

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroenergetiky

Absolvování individuální odborné praxe
Individual Professional Practice in the Company

2014

Martin Závodný

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroenergetiky

Zadání bakalářské práce

Student: **Martin Závodný**
Studijní program: B2649 Elektrotechnika
Studijní obor: 3907R001 Elektroenergetika
Téma: **Absolvování individuální odborné praxe**
Individual Professional Practice in the Company

Zásady pro vypracování:

1. Student vykoná individuální praxi ve firmě: Letiště Ostrava, a.s.
2. Struktura závěrečné zprávy:
 - a. Popis odborného zaměření firmy, u které student vykonal odbornou praxi a popis pracovního zařazení studenta
 - b. Seznam úkolů zadaných studentovi v průběhu odborné praxe s vyjádřením jejich časové náročnosti
 - c. Zvolený postup řešení zadaných úkolů
 - d. Teoretické a praktické znalosti a dovednosti získané v průběhu studia uplatněné studentem v průběhu odborné praxe
 - e. Znalosti či dovednosti scházející studentovi v průběhu odborné praxe
 - f. Dosažené výsledky v průběhu odborné praxe a její celkové zhodnocení

Seznam doporučené odborné literatury:


Podle pokynů konzultanta, který vede odbornou praxi studenta.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Dr. Ing. Zdeněk Medvec**


Datum zadání: 01.09.2013

Datum odevzdání: 07.05.2014



prof. Ing. Stanislav Rusek, CSc.
vedoucí katedry

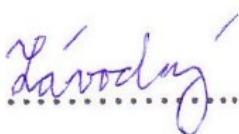




prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.
děkan fakulty

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

Dne: 7.5.2014

Podpis: 

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval Ing. Milanu Messerschmidtovi, že mi umožnil absolvovat odbornou praxi ve firmě Letiště Ostrava, a.s. Dále děkuji za cenné připomínky a odborné rady, kterými přispěl k vypracování této bakalářské práce.

Abstrakt:

Hlavním cílem mé bakalářské práce bylo nabrat zkušenosti a praxi při odpracování 50 dnů ve firmě Letiště Ostrava, a.s. Dále jsem se naučil řešit problémy, které vznikají za provozu a je nezbytně nutné je řešit okamžitě ať už z důvodu bezpečnosti, tak také z důvodu plynulosti provozu. V bakalářské práci se taktéž zabývám výstavbou nových transmisometrů typu LT31 pro měření dráhové dohlednosti RVR ve 3 lokalitách dráhy. Bakalářská práce také obsahuje základní informace o technickém vybavení hlavních transformačních stanic ve firmě Letiště Ostrava, a.s.

Klíčová slova: dráhová dohlednost, hlavní trafostanice, kalibrace, rozvaděč, kompenzace, stavba, dieselagregát, Letiště Ostrava, a.s.

Abstract:

The main target of my thesis was to gain experience and practice in having worked 50 days in the company Ostrava Airport, a.s. Learn to deal problems that arise during operation and is necessary to solve them immediately either because of safety and also because of the flow of traffic. The thesis also deals with the construction of new transmissometers type LT31 for measuring RVR in 3 localities. Bachelor thesis also contains basic information about the technical equipment the main transformer stations in company Ostrava Airport, a.s.

Keywords: runway visual range, main transformer, calibration, distributor, compensation, construction, diesel generator, Ostrava Airport, a.s.

Seznam použitých symbolů a zkratk:

RVR – dráhová dohlednost
OBL – ochrana letového provozu
HTS 1, 2 – hlavní transformační stanice 1, 2
RVN – rozvaděč vysokého napětí
RNN – rozvaděč nízkého napětí
RC 1,2 – rozvaděč kompenzace
TR 1, 2, 38 – transformátor 1, 2, 38
TDZ – lokalita „oblast dotyku“
MID – lokalita „středu“
END – lokalita „konce“
ATC/ŘLP – řízení letového provozu
RWY – vzletová a přistávací dráha
GIS – geografický informační systém
CAD - 2D a 3D počítačové projektování, počítačem podporované navrhování
USM – univerzální skříň
R110V – DC – rozvaděč obsahující akumulátory
RVS – rozvaděč vlastní spotřeby
AISYS – Automatický informační systém
vn – vysoké napětí
nn – nízké napětí

Obsah

1.	Úvod.....	1
2.	Popis odborného zaměření firmy	2
2.1.	Energetický úsek Letiště Ostrava, a.s.....	2
3.	Popis pracovního zařazení studenta	3
4.	Seznam úkolů zadaných studentovi v průběhu odborné praxe s vyjádřením jejich časové náročnosti.....	4
5.	Zvolený postup řešení zadaných úkolů	5
6.	Teoretické a praktické znalosti a dovednosti získané v průběhu studia uplatněné studentem v průběhu odborné praxe.....	6
7.	Znalosti či dovednosti scházející studentovi v průběhu odborné praxe	7
8.	Realizace nových dohledností typu LT31	8
8.1.	Úvod do dráhové dohlednosti	8
8.2.	Historie dráhové dohlednosti	8
8.3.	Princip transmisometru	8
8.4.	Důvod výměny.....	9
8.5.	Regulační plán.....	9
8.6.	Rozdělení projektu	9
8.6.1.	Stavba TDZ	10
8.6.2.	Stavba MID	10
8.6.3.	Stavba END.....	11
8.7.	Schémata datového připojení:	11
8.7.1.	Stavba TDZ	11
8.7.2.	Stavba MID	12
8.7.3.	Stavba END.....	12
9.	Práce v programu AUTOCAD 2013 MAP 3D	14
9.1.	Úvod.....	14
9.2.	O programu	14
10.	Energetická soustava na letišti v Mošnově	15
10.1.	Nastavení ochran rozvoden 22 kV HTS 1, HTS 2	15
10.2.	Hlavní trafostanice Letiště Ostrava, a.s.....	16
10.2.1.	Hlavní trafostanice 1 – HTS 1	17
10.2.1.1.	Rozvaděč RVN - 22 kV	17
10.2.1.2.	Energetická bilance	17
10.2.1.3.	Způsob měření spotřeby	17
10.2.1.4.	Kompenzace účiníku	18
10.2.1.5.	Dekompenzační tlumivky	18
10.2.2.	Rozvaděč RVN - 6 kV	18

10.2.2.1.	Vybavení	18
10.2.2.2.	Podstata kompenzace poruchových proudů	18
10.2.2.3.	Kompenzace zemních kapacitních proudů ve firmě Letiště Ostrava, a.s.	19
10.2.3.	Rozvaděče kompenzace – RC 1, RC 2	19
10.2.4.	Rozvaděč R110V - DC	20
10.2.5.	Ochrana před přepětím	20
10.2.6.	Hlavní trafostanice 2 – HTS 2	20
10.2.6.1.	Energetická bilance	20
10.2.6.2.	Roční vlastní spotřeba elektrické energie	20
10.2.6.3.	Stupeň důležitosti dodávky elektrické energie dle ČSN 34 1610	21
10.2.6.4.	Způsob měření spotřeby	21
10.2.6.5.	Ochrana proti přepětí	21
10.2.6.6.	Způsob kompenzace účinníku	21
10.2.6.7.	Zkratové údaje	21
11.	Energetický monitorovací a regulační systém AISYS	22
11.1.	O systému	22
12.	Závěr	23
13.	Použité zdroje	24
14.	Přílohy	25

1. Úvod

Odbornou praxi jsem absolvoval na mezinárodním letišti v Mošnově ve firmě Letiště Ostrava, a.s. Cílem této bakalářské práce je především popsat mé úkoly ve firmě a dále také popsat technologie a postupy, které jsem měl možnost poznat během 50 dnů. Tato alternativa bakalářské práce se mi velice zamlouvala, neboť jsem toho názoru, že v praxi si mám možnost vyzkoušet mé vědomosti, které jsem získal během studia. Proto jsem si tuto metodu bakalářské práce vybral. Ve firmě jsem pracoval na dvou pracovištích. Z větší části na úseku energetiky Letiště Ostrava, a.s. Zde jsem se seznámil s trafostanicemi, které letiště vlastní. Letiště Ostrava, a.s. je také distributorem elektrické energie a plynu pro firmy, které jsou přilehlé letišti. Dále jsem se seznámil s dieselagregátovými zdroji, jenž jsou nedílnou součástí plynulého a bezpečného letištního provozu. Další nedílnou součástí je správnost osvětlení na dráze a hlavně naváděcích světel před dráhou, tak i v prostorách letiště. Za zmínku taky bezesporu stojí nově zavedený energetický systém AISYS, jenž energetika letiště používá. Z menší části mé odborné praxe jsem se učil pracovat v programu Autocad MAP 3D 2013, ve kterém jsem spolu s kolegou pracoval na zakreslení inženýrských sítí a objektů firmy Letiště Ostrava, a.s. V době absolvování mé individuální praxe ve firmě Letiště Ostrava, a.s. jsem měl možnost spolupracovat s externí odbornou firmou Fleck-CS Elektroengineering, spol. s r.o., která zde zrovna začala vykonávat projekt zabývající se stavbou nových transmisometrů Vaisala typu LT31. Já měl tu možnost, že zrovna v době mé působnosti byl jeden takový projekt ve stavu přímé realizace. V mé bakalářské práci uvedu projekt, na kterém jsem se podílel při jeho realizaci.

Dále se v bakalářské práci zabývám energetickou soustavou letiště a nastavením ochran hlavních transformačních stanic. Důležité je také říci, že práce na energetickém úseku údržby je nedílnou součástí celého chodu letiště a práce v terénu za všech povětrnostních podmínek v případě poruchy je velice důležitá.

Práce na mezinárodním letišti podléhá velkým bezpečnostním opatřením. Platí zde, že bezpečnost je na prvním místě, a to jak pro zaměstnance, tak pro cestující, o čemž jsem se za dobu mé odborné praxe nejednou přesvědčil.

2. Popis odborného zaměření firmy

2.1. Energetický úsek Letiště Ostrava, a.s.

Firma Letiště Ostrava a.s. je majetkem Moravskoslezského kraje a dělí se na více úseků. Každý úsek má na starost jiné odvětví práce. Hlavní činností firmy je provoz a plynulý chod letištního provozu. Nedílnou součástí je složka integrovaného záchranného sboru hasičů a také ochrana bezpečnosti letového provozu OBL. Úsek energetiky má na starost mimo jiné i distribuci elektrické energie a plynu pro firmy jako jsou JOB-AIR Technic, ELMOTEX, DHL, ERTECH AVIATION, Tank ONO a další. Úsek životního prostředí má na starost ochranu ovzduší, nakládání s odpady, vodní hospodářství a hluk [3].

3. Popis pracovního zařazení studenta

Převážnou část mé individuální odborné praxe jsem strávil na úseku elektroúdržby, kde jsem vždy spolu s dalšími dvěma kolegy na směně byl připraven řešit problémy, které vzniknou na letišti v oblasti energetiky. Kolegové mi byli vždy ochotni poradit při řešení zadaných úkolů. Pokud nebyl akutní problém, tak se prováděly různé revize elektro zařízení. Mé pracovní zařazení bych specifikoval jako technik na elektro údržbě.

Z menší části mé individuální praxe jsem se postupně zaučoval a nabíral zkušenosti v programu AutoCad 2013 MAP 3D.

4. Seznam úkolů zadaných studentovi v průběhu odborné praxe s vyjádřením jejich časové náročnosti

Za dobu absolvování odborné praxe jsem se podílel na více zadaných úkolech, kde každá měla jinou časovou náročnost. Některé z níže zmíněných úkolů se mnohdy opakovaly. Z mnoha úkolů bych vybral tyto:

- Kalibrace osvětlení na dráze
- Elektroinstalace dráhové dohlednosti
- Asistence při revizi dieselagregátu
- Zjišťování přítomnosti kabelu v zemi pomocí detektoru
- Zátěžová zkouška dieselagregátu
- Výměna baterií u dieselagregátu
- Práce v programu AutoCad 2013 MAP 3D v rozhraní GIS

5. Zvolený postup řešení zadaných úkolů

Úkoly, které mi byly zadány jsem nejprve konzultoval s mými kolegy a až poté prováděl realizaci daného úkolu. Vzhledem k tomu, že se některé úkoly po čase opakovaly, tak jsem využil dovedností, které jsem nabral řešením daného problému v minulosti. Pokud vznikl nějaký problém na dráze, tak jsme museli s kolegy vysílačkou žádat úsek Řízení letového provozu na věži o povolení vjezdu na dráhu. Na dráhu se smí vjet pouze v autě označeném s platným průkazem a s majákem. Řidič takového vozu taktéž musí mít platné osvědčení pro řízení služebního vozidla.

6. Teoretické a praktické znalosti a dovednosti získané v průběhu studia uplatněné studentem v průběhu odborné praxe

V praxi, kterou jsem absolvoval, bych se bez teoretických znalostí získaných studiem neobešel. Převážnou základnu mých znalostí, které jsem uplatnil, tvoří základy elektrotechniky, silnoproudá zařízení, elektronika, tedy předměty ze střední průmyslové školy elektrotechniky, kterou jsem absolvoval. Díky tomu, že jsme měli na střední průmyslové školy první dva roky studia praktické dílny, tak mi šlo řešení praktických úkolů lépe, než kdybych musel tyto dovednosti dohánět.

Další prohloubení znalostí ze střední průmyslové školy jsem dosáhl na Vysoké škole Báňské. Hlavně fyzikální zákony, principy elektrických strojů, přenos a rozvod elektrické energie, elektrické přístroje, ale také obchodování s elektřinou. Hlavně tyto předměty mi pomohly se orientovat v praxi a byly mi užitečné.

7. Znalosti či dovednosti scházející studentovi v průběhu odborné praxe

Dovednosti, které jsem se díky praxi naučil je spousta. Od zapojování rozvaděče až po spojování zemnicích pásků ve výkopu. Nejvíce si cením toho, že jsem měl možnost pracovat v oboru, který mě baví a mohl si v praxi ověřit znalosti, které jsem se naučil během studia. Znalosti, které mi scházely, byly většinou zapříčiněny tím, že jsem se s danou problematikou před absolvováním této praxe ještě nesetkal. Nedostatek, který jsem postrádal a musel se doučit, byla práce v Autocadu. Předmět zabývající se studiem Autocadu na mém oboru postrádám. Musel jsem tedy vycházet ze základů ze střední průmyslové školy a samostudiem.

8. Realizace nových dohledností typu LT31

8.1. Úvod do dráhové dohlednosti

Dráhová dohlednost (anglicky: Runway Visual Range, zkráceně: RVR) se v letecké meteorologii označuje vzdálenost, na kterou může pilot letadla nacházejícího se na ose ranveje vidět denní dráhové značení nebo návěstidla, ohraničující ranvej nebo vyznačující její osu.

8.2. Historie dráhové dohlednosti

Původně bylo měření dráhové dohlednosti prováděno prostým pozorováním, kdy se zaměstnanec letiště, řízení letového provozu nebo letištní meteorologické služby postavil na korbu auta zaparkovaného na prahu dráhy a spočítal viditelná osová nebo postranní dráhová světla, která mají mezi sebou pevně danou vzdálenost. V některých případech byla na letištích zřízena pozorovatelná, takže pozorovatel jen sledoval viditelné objekty v okolí s přesně známou vzdáleností od pozorovatele. Pozorovatel samozřejmě musel mít zrak prověřen příslušným lékařem. Měření dohlednosti pozorováním se dnes využívá jen zřídka v případech nouze.

V průběhu druhé světové války se s výrazným nárůstem letecké dopravy zvýšil i počet letištních meteorologických stanic. Se stále vyššími požadavky na přesnost meteorologických dat vznikaly i první měřiče dohlednosti.

Průkopníkem v této oblasti byl finský profesor Vilho Väisälä, jehož firma Vaisala dnes patří ke světové špičce v oboru výroby meteorologických měřicích zařízení. Prvními přístroji na měření RVR byly transmisometry [8].



Obr. 1. RVR Vaisala LTR 31

8.3. Princip transmisometru

Princip transmisometru je jednoduchý. Optický vysílač a přijímač jsou postaveny proti sobě, podél ranveje ve vzdálenosti cca 120 m od osy dráhy na třech místech (většinou se udávají RVR v bodě dotyku, uprostřed a na konci dráhy). Vysílač vyšle světelný paprsek o určité energii a přijímač změří množství přijaté energie, která prošla vzduchem. Jde o fyzikální princip rozptylu světla v atmosféře, kdy kapalné nebo pevné částice ve vzduchu pohltnou světelný paprsek. Počítač tedy rozdíl mezi přijatou a vyslanou energií transmisometru přepočítá na dohlednost z místa vysílače. Novější přístroje zavádějí do výpočtu dohlednosti také jas pozadí.

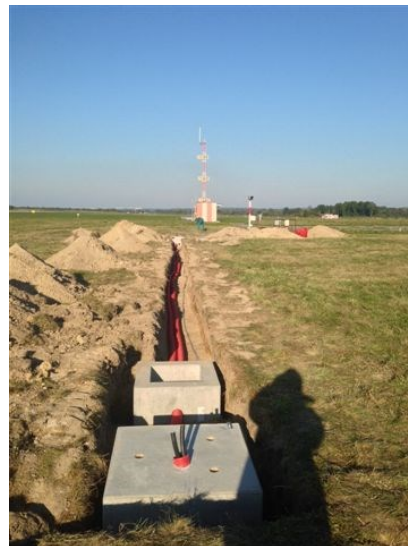
Měření RVR prováděná automatizovanými přístroji, se nazývá dráhová dohlednost měřená přístroji (anglicky: Instrument Runway Visual Range, zkráceně: IRVR) [1].

8.4. Důvod výměny

Stávající transmisometry typu Mitras jsou nahrazovány z důvodu ukončení technické podpory pro údržbu tohoto typu od výrobce – firmy Vaisala.

Hlavní výhodou vybavení dráhy RWY 22 novými transmisometry typu LT31 umožní používat postupy pro přesné přístrojové přiblížení za podmínek nízkých dohledností, což nepochybně přispěje ke zvýšení spolehlivosti a bezpečnosti leteckého provozu.

Aby bylo zachováno stávajícího odečítání dat z transmisometrů v době realizace nového projektu, tak nově instalované transmisometry jsou posunuty o cca 5 m blíže k ose RWY. Následné napojení na nové transmisometry se provedlo v předem dohodnutém čase se službou ATC/ŘLP, tak aby nedošlo k velkému časovému výpadku mezi měřeními.



Obr. 2. Pokládání kabelů

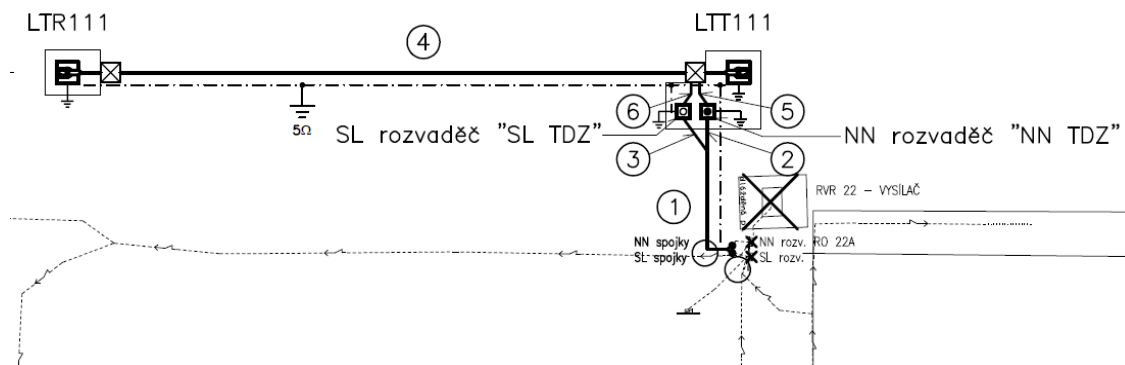
8.5. Regulační plán

Realizace stavby, jejíž náplní je náhrada stávajících transmisometrů pro měření dráhové dohlednost novými, je v souladu se záměry regulačního plánu dotčeného území, které je užíváno jako veřejné mezinárodní letiště.

8.6. Rozdělení projektu

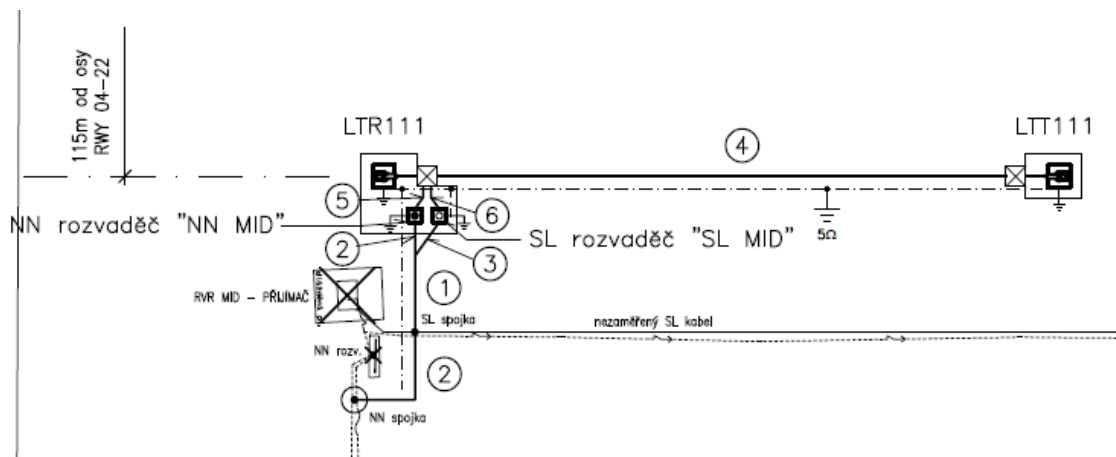
Projekt byl rozdělen na 3 lokality, které se nachází uvnitř oploceného a střeženého areálu mezinárodního letiště Ostrava – Mošnov. Jedná se o stavbu, která má charakter 3 malých lokálních liniových staveb [6].

8.6.1. Stavba TDZ



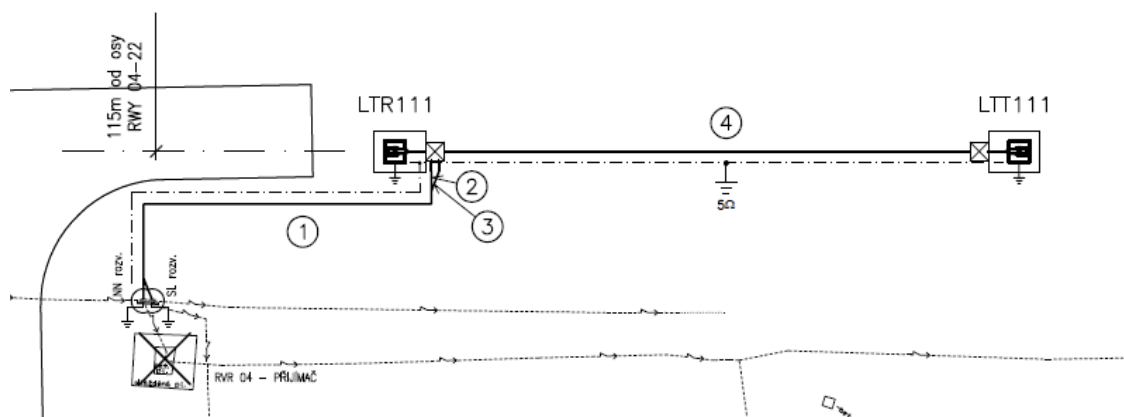
Obr. 3. Situace RVR - TDZ

8.6.2. Stavba MID



Obr. 4. Situace RVR – MID

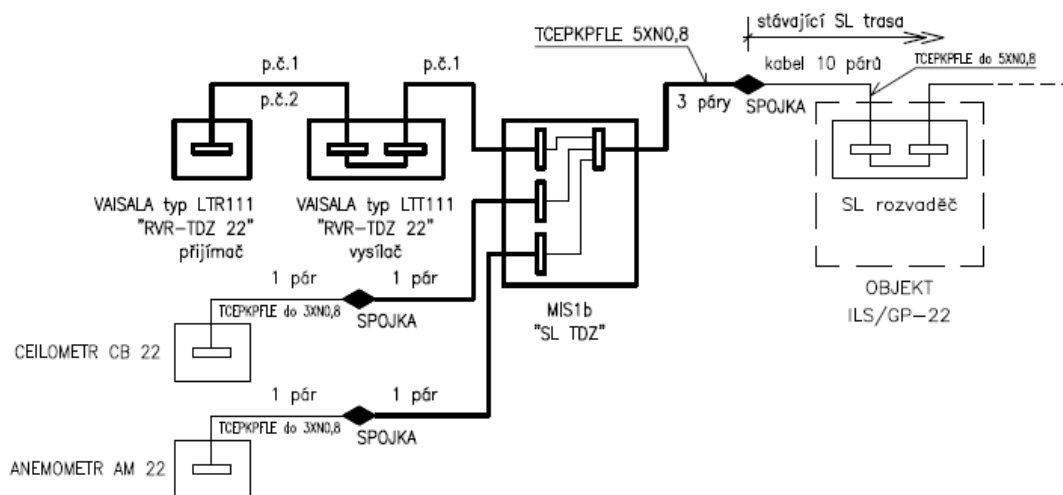
8.6.3. Stavba END



Obr. 5. Situace RVR – END

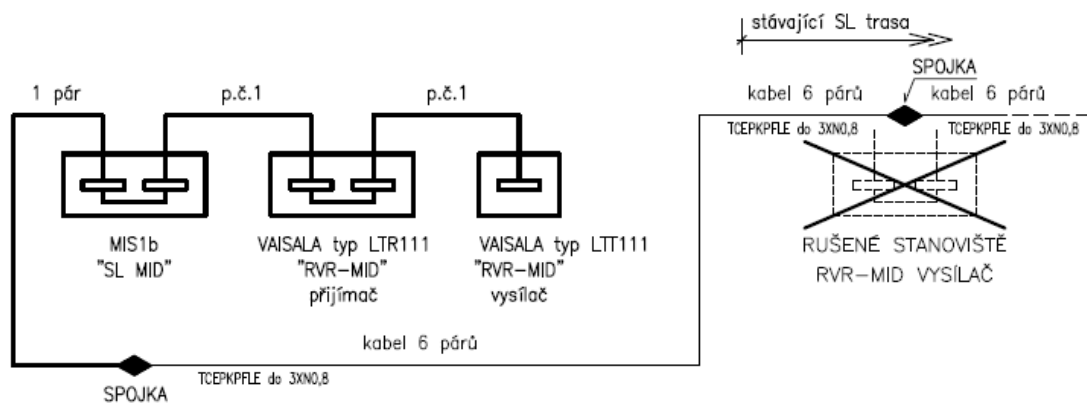
8.7. Schémata datového připojení:

8.7.1. Stavba TDZ



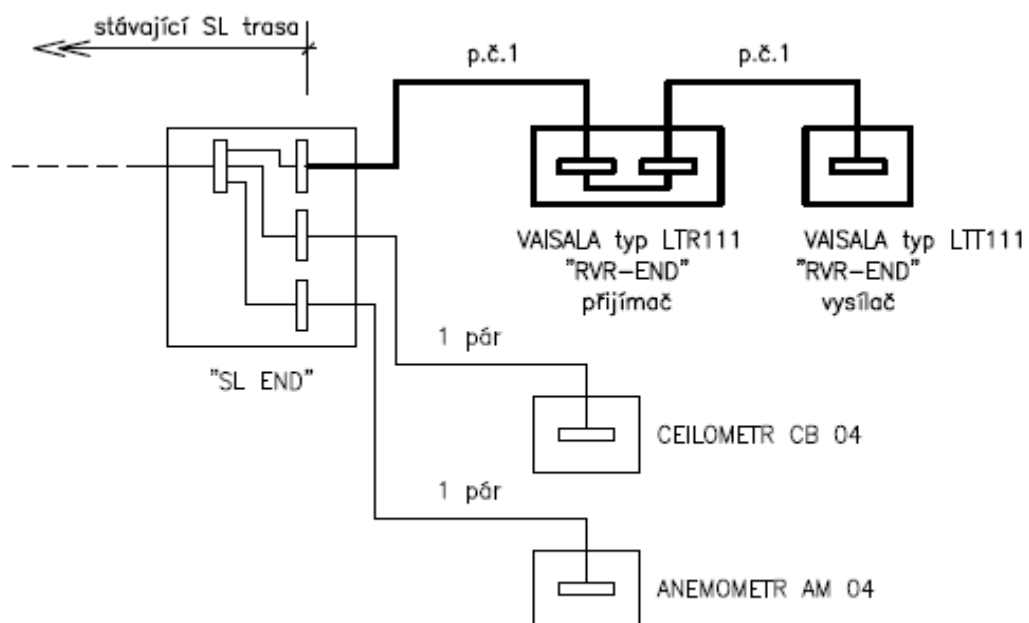
Obr. 6. Schéma datového připojení TDZ

8.7.2. Stavba MID







Obr. 7. Schéma datového připojení MID

8.7.3. Stavba END



Obr. 8. Schéma datového připojení END

Legenda:

 1 pár	nový datový kabel TCEPKPFLE 3XNO,8 (není-li uvedeno jinak) s uvedením počtu využitých párů
	stávající datový kabel
	nově dodaná (náhrada za stávající) zařízení v rámci tohoto projektu
	stávající zařízení

Obr. 9. Legenda pro schémata TDZ, MID, END

9. Práce v programu AUTOCAD 2013 MAP 3D

9.1. Úvod

Díky začínajícímu projektu jsem měl možnost naučit se základním poznatkům v tomto programu. Úkolem bylo zakreslit do elektronické podoby výkresy obsahující všechny stavby Letiště Ostrava, a.s., včetně inženýrských sítí. Některé z výkresů již v elektronické podobě byly vyhotoveny, tak je bylo potřeba importovat, ale muselo se dbát na správný souřadnicový systém, aby nedošlo k chybám. Jelikož na letišti pořád probíhají nějaké stavební práce, tak je tato práce o to složitější. Výsledná výstupní práce je dostupná na internetu pro osoby, jenž mají přístupová práva k těmto dokumentům. Hlavní výhodou rozhraní GIS je možnost prohlížet si dané mapové podklady včetně možností přepínání mezi vrstvami, což je velkou výhodou. Díky tomuto programu jsou všechny výkresové dokumentace v jedné mapě.

9.2. O programu

Software AutoCAD Map 3D nabízí přístup k GIS a mapovým datům v rámci podpory plánování, návrhu a správy dat. Inteligentní modely a nástroje CAD pomáhají dodržovat regionální a v daném odvětví platné normy. Integrace dat GIS pomůže zlepšit kvalitu, produktivitu a správu dat v každé organizaci [7].



Obr. 10. Ukázka práce na projektu v programu AutoCad 2013 MAP 3D

10. Energetická soustava na letišti v Mošnově

Připojení Letiště Ostrava, a.s. k energetické soustavě je provedeno dvěma linkami 2055 a 2050, kde linka 2050 slouží jako záložní zásoková. Obě tyto linky jsou přivedeny z nadřazené rozvodny MOSN 110/22 kV, která patří firmě ČEZ. Přívodní vedení na hladině 22 kV z nadřazené rozvodny ČEZ je provedeno kabely 22 - AXEKVCEY s průřezem 3 x 240+25 mm², které jsou uloženy v zemi vedle sebe a jsou přivedeny do HTS 1. Délka přívodního vedení z nadřazené rozvodny do HTS 1 činí 2500 m. Přívodní vedení linky 2050 má stejné parametry jako linka 2055. Stupeň důležitosti dodávky trafostanice HTS 1 je na úrovni 2 se zpětným záskokem z druhé záložní linky. Při druhém stupni dodávky elektrické energie nedochází k ohrožení lidských životů.

10.1. Nastavení ochran rozvoden 22 kV HTS 1, HTS 2

Deklarovaný zkratový proud na přípojnících 22 kV v rozvodně ČEZ 110/22 kV:

$$I''_{k3fmax} = 7,3 \text{ kA}$$

$$I''_{k3fmin} = 5,2 \text{ kA}$$

Výpočet impedance sítě pro určení maximálních zkratových hodnot:

- Napětový koeficient c dle normy: ČSN EN 60909

$$Z_{22-S_{max}} = \frac{c \cdot U_{nS}}{\sqrt{3} \cdot I''_{kS}} = \frac{1,1 \cdot 22}{\sqrt{3} \cdot 7,3} = 1,91 \Omega$$

Výpočet impedance sítě pro určení minimálních zkratových proudů:

- Napětový koeficient c dle normy: ČSN EN 60909

$$Z_{22-S_{min}} = \frac{c \cdot U_{nS}}{\sqrt{3} \cdot I''_{kS}} = \frac{1 \cdot 22}{\sqrt{3} \cdot 5,2} = 2,44 \Omega$$

Přepočet impedance sítě na hladinu 6 kV:

$$Z_{6-S_{max}} = \frac{c \cdot U_{nS}}{\sqrt{3} \cdot I''_{kS}} \cdot \frac{1}{p^2} = \frac{1,1 \cdot 22}{\sqrt{3} \cdot 7,3} \cdot \frac{6^2}{22^2} = 0,142 \Omega$$

$$Z_{6-S_{min}} = \frac{c \cdot U_{nS}}{\sqrt{3} \cdot I''_{kS}} \cdot \frac{1}{p^2} = \frac{1 \cdot 22}{\sqrt{3} \cdot 5,2} \cdot \frac{6^2}{22^2} = 0,182 \Omega$$

Výpočet impedance přívodního kabelu VN2050, VN2055

Měrný odpor kabelu při teplotě 20°C je $R_K=0,125 \Omega/\text{km}$

Měrná reaktance kabelu:

$$R_K = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L_K = 2 \cdot 50 \cdot 0,58 \cdot 10^{-3} = 0,182 \Omega/\text{km}$$

Impedance kabelu pro teplotu 20°C:

$$Z_{22-VN2050} = l \cdot \sqrt{R_K^2 \cdot X_K^2} = 2,5 \cdot \sqrt{0,125^2 \cdot 0,182^2} = 0,552 \Omega$$

Přepočtení impedance na hladinu 6 kV:

$$Z_{6-VN2050} = Z_{22-VN2050} \cdot \frac{1}{p^2} = 0,552 \cdot \frac{6^2}{22^2} = 0,041 \Omega$$

10.2. Hlavní trafostanice Letiště Ostrava, a.s.

Hlavní páteřní rozvod elektrické energie je napojen z rozvodny MOSN 22 kV do HTS 1, kde je transformován na hladinu napětí 6 kV/0,4 kV, dále se na hladině 22 kV napájí HTS 2, která slouží jako spínací rozvodna pro radar ŘLP, FVE 1 a 2, JOB AIR TECHNIC a ERTECH AVIATION. Dále je z této rozvodny napojena rozvodna TS 38 – 22 kV /0,4 kV.

10.2.1. Hlavní trafostanice 1 – HTS 1

10.2.1.1. Rozvaděč RVN - 22 kV

Rozvaděč RVN – 22 kV je skříňového provedení o sedmi skříních 22 kV (stavební rezerva pro maximální počet 12 skříní), kde skříň č. 1 tvoří kabelový přívod 22 - AXEKVCEY 3 x 1 x 240 mm² z linky VN2055. Záložní kabelový přívod 22 - AXEKVCEY 3 x 1 x 240 mm² do skříně č. 2 je provedený z linky 22 kV VN2050. Ve skříních 22 kV č. 1 a č. 2 je proveden automatický záskok pomocí 2 ks relé VD3 - H a programovatelného relé Zelio Logic, umístěného v nízkonapěťové části skříně č. 1. Záskok zajistí zapnutí záložního přívodu do 6 s od výpadku napájení. Skříň č. 3 a 4 je podélná spojka a měření spotřeby elektrické energie, skříň č. 5, 6 tvoří vývody na vzduchové transformátory typu TRIHAL o výkonu 5 MVA. Dále je součástí skříně č. 5,6 přístrojový transformátor proudu s parametry: 150/5 A, 5 VA, 0,5/5P20. Skříň č. 7 je rezerva pro třetí transformátor 22/6 kV v budoucnu. Výkonové transformátory 22/6 kV TR 1 a TR 2 napájí rozvaděč RVN – 6 kV. Celkové měření spotřeby elektrické energie je provedeno na straně 22 kV pomocí měřicí soupravy umístěné ve skříní USM - D33 (100V) a úředně cejchovaných měřicích transformátorů proudu a napětí s přesností 0,5S, umístěných ve skříní č. 4 rozvaděče RVN - 22 kV [4].

10.2.1.2. Energetická bilance

instalovaný výkon stávající	$P_i = 3750,0 \text{ kW}$
Soudobost	$\beta = 0,8$
soudobý příkon	$P_p = 3000,0 \text{ kW}$

Tab. 1. Celková energetická bilance firmy k roku 2008

instalovaný výkon stávající	$P_i = 12000,0 \text{ kW}$
Soudobost	$\beta = 0,8$
soudobý příkon	$P_p = 9600,0 \text{ kW}$

Tab. 2. Celková energetická bilance firmy do roku 2015

10.2.1.3. Způsob měření spotřeby

Způsob měření spotřeby elektrické energie je v trafostanici HTS 1 na straně 22 kV ve skříní č. 4 RVN - 22 kV pomocí měřicích transformátorů typu CTS 25 a parametrech: 75 -150/5 A 10 VA, úředně cejchovaných s přesností 0,5S a měřicí soupravy, která je umístěna v rozvodně 22 kV ve skříní USM, včetně přívodu 230 V AC a telefonní přípojky.

10.2.1.4. Kompenzace účinníku

Kompenzace účinníku je provedena na odběr Letiště Ostrava, a.s. v rozvaděči RVN - 6 kV pomocí kompenzačních kondenzátorových rozvaděčů o výkonu 2x2100 kVAr se samočinnými rychlými regulátory a logickým členem, který udržuje $\cos \varphi = 0,95 - 0,99$. Impulzy pro logický člen a regulátory jalového výkonu se odebírají ze skříně měření USM z beznapěťových kontaktů elektroměru.

10.2.1.5. Dekompenzační tlumivky

Tlumivky jsou určené pro kompenzaci kapacitního jalového výkonu, který vzniká na parazitních prvcích rozvodové soustavy, jako například VN kabely s kovovým opláštěním, dlouhá vedení naprázdno (např. ve dnech pracovního klidu) a podobně.

Zapojení se provádí paralelně k síti do systému kompenzace, tlumivky se pak v síti chovají jako opak kondenzátorů a proto se nazývají dekompenzační.

Konkrétní dekompenzace ve firmě Letiště Ostrava, a.s. je tvořena šesti tlumivkami o výkonu: 1x25 kVAr + 5x50 kVAr. Z důvodu přechodu energetické soustavy na 22 kV, se zvedla jalová kapacitní složka 12 x a bylo potřeba použít dekompenzační tlumivky.

10.2.2. Rozvaděč RVN - 6 kV

Rozvaděč RVN - 6 kV je skříňového provedení o čtrnácti skříních 6 kV, kde skříně č. 5 a 9 tvoří kabelový přívod z transformátorů 22/6 kV TR 1 a TR 2. Skříně č. 7 a 8 je podélná spojka a měření na sběrných pravé poloviny rozvaděče, skříně č. 6 slouží k měření na sběrných levé poloviny rozvaděče, skříně č. 2 až 4 a 10 až 13 tvoří vývody z rozvaděče. Ze skříní č. 2 a 13 jsou napojeny vzduchové transformátory – TESAR o výkonu 400 kVA s převodem 6/0,4 kV, které slouží pro napájení rozvaděče RNN - 0,4 kV.

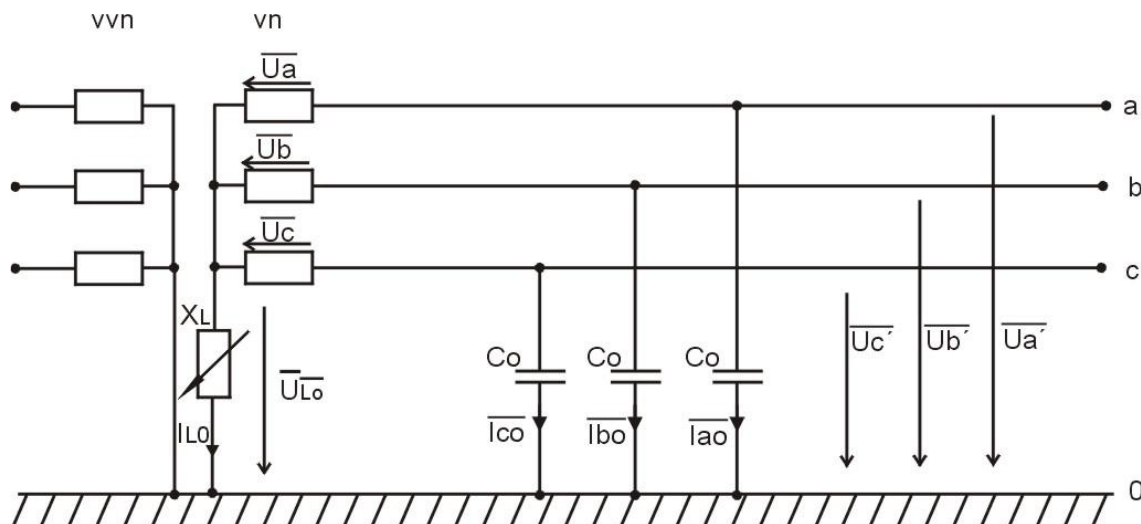
10.2.2.1. Vybavení

- odpojovače a uzemňovače s ručním ovládacím mechanismem
- vypínače SF1 (SF6), vypínací spoušť
- měřicí transformátory proudu a napětí
- ochrany řady VIP – plní pouze ochrannou funkci, nelze je využít k případné komunikaci (dálkové ovládání a signalizace)
- systém přípojnic 630 A
- kapacitní napěťový snímač včetně optické signalizace přítomnosti napětí
- podpěrné izolátory přípojnic
- svodiče přepětí SPA-07-I-N-12

10.2.2.2. Podstata kompenzace poruchových proudů

V sítích, kde zemní proud převyšuje hodnotu 5A se doporučuje jeho kompenzace, při proudech nad 10A je kompenzace nutná [9].

V rozvodnách VN se používá několik způsobů, z nichž největšího použití doznala zhášecí tlumivka plynule regulovatelná. Tato tlumivka se zapojuje mezi uzel transformátoru a zem. V bezporuchové kapacitně souměrné síti napětí uzlu $U_0 = 0$, při obvyklých nesymetriích bývá $U_0 < 0,01 U_f$.



Obr. 11. Schematické znázornění zapojení s tlumivkou

10.2.2.3. Kompenzace zemních kapacitních proudů ve firmě Letiště Ostrava, a.s.

Síť 6 kV je doplněna o kompenzaci zemních kapacitních proudů a to v rozvodně HTS – 1. Kompenzace je prováděna pomocí laditelných Petrsenových tlumivek, které mají specifikace: 125 kVA/3,64 kV. Pro zajištění správné funkce kompenzace je zapotřebí, aby bylo provedeno pracovní uzemnění páskovým zemničem (páskem FeZn 30x4 mm) o celkové délce 100m, ve vymezeném prostoru před rozvodnou HTS – 1. Zemničí pásek je uložen min. 0,7 m terénem. Principem použití tlumivky je vyladit Petrsenovou tlumivku tak, aby se dala kabeláž provozovat nějakou dobu se zemním spojením. Tato doba se odvíjí od U_0 .

10.2.3. Rozvaděče kompenzace – RC 1, RC 2

Kompenzace účinníku je provedená na odběr Letiště Mošnov v rozvaděči RVN - 6 kV pomocí kompenzačních kondenzátorových rozvaděčů o výkonu 2 x 2100 kVAr se samočinnými rychlými regulátory a logickým členem, který bude udržovat $\cos \varphi = 0,95 - 0,99$. Impulsy pro logický člen a regulátory jalového výkonu se odebírají ze skříně měření USM přes interface. Rozvaděče kompenzace jsou dva identické rozvaděče, označené RC 1 a RC 2, každý o třech polích, o výkonu 2 100 kVAr / 6 kV, s pomocnými obvody zahrnujícími regulátory jalového výkonu, ovládání stykačů jednotlivých stupňů, s možností hlášení stavu stykačů a poruch, jakož i vypnutí hlavního vypínače.

10.2.4. Rozvaděč R110V - DC

Skříňový rozvaděč R110V - DC obsahuje bezúdržbové staniční baterie, usměrňovač a DC rozvaděč. Veškeré zařízení je umístěno ve dvou skříních. Rozvaděč slouží pro zajištění napájení ovládání, ochrany rozvaděčů vn a nouzové osvětlení. Rozvaděč obsahuje:

- staniční baterie 110V / 60Ah (9 x blok FIAMM 12UMTB60) v bateriové skříni
- usměrňovače APS PBIM-110/30MC, systému automatického dozoru SAN4-15 a DC rozvaděče s třemi jištěnými vývody (rezerva prostoru pro dalších 12 dvojpolových jističů DC) – vše v samostatné skříni usměrňovače

10.2.5. Ochrana před přepětím

Vnitřní ochrana před přepětím je zajištěna v 1. stupni – pomocí bleskojistik SPD typ 1 dle ČSN EN 62305-4. Toto je zajištěno na napět'ové hladině 22 kV přepět'ovými ochranami MWK-24 kV/10 kA instalovanými v kabelovém prostoru pod přívodními poli č. 1 a 2 rozvaděče RVN-22 kV, na napět'ové hladině 6 kV přepět'ovými ochranami MWK-7,2 kV/10 kA, instalovanými v kabelovém prostoru pod vývodními skříněmi č. 3, 4, 11, 12 rozvaděče RVN - 6 kV. Přepět'ové ochrany SPD typ 1 jsou rovněž součástí kompenzačních rozvaděčů RC1 a RC2 a rozvaděče RNN - 0,4 kV.

10.2.6. Hlavní trafostanice 2 – HTS 2

10.2.6.1. Energetická bilance

Instalovaný maximální příkon na rozvodu 22kV - rozvaděč RVN 22kV (s ohledem na přívodní kabeláž 22 kV 3 x 1 x 240 mm² z HTS - 1 uložené v zemi): $P_{\text{imax}} = 12 \text{ MW}$

Instalovaný maximální příkon na rozvodu 0.4kV - rozvaděč RNN 0.4kV (s ohledem na transformátor TR 22/0.4 kV, 1 MVA): $P_{\text{imax}} = 0.8 \text{ MW}$.

10.2.6.2. Roční vlastní spotřeba elektrické energie

Jedná se o vlastní spotřebu rozvodny 22 kV HTS - 2 na hladině 0.4 kV. Rozvodna nemá spotřebu na hladině 22 kV - provádí pouze distribuci 22 kV na objekty v areálu vč. vnějšího odběru na hladině 0.4 kV.

Vlastní roční spotřeba rozvodny 22 kV HTS - 2 na hladině 0.4 kV (osvětlení, zásuvkové rozvody, ventilátor, elektrické přímotopy a další) [5].

10.2.6.3. Stupeň důležitosti dodávky elektrické energie dle ČSN 34 1610

Dodávka elektrické energie pro rozvodnu HTS - 2 je podzemní přípojkou 22 kV z rozvodny HTS - 1, tato přípojka je součástí projektu rozvodny HTS - 2 a je zajištěna ve stupni 3. Rozvodna HTS - 2 – 22 KV je napájena smyčkou z 2 ks polí 22 kV hlavní rozvodny HTS - 1 – 22 kV.

10.2.6.4. Způsob měření spotřeby

Způsob měření spotřeby elektrické energie je provedeno ve stávající hlavní trafostanici HTS - 1 na straně 22 kV.

Měření se provádí pomocí měřících transformátorů proudu a napětí, úředně cejchovaných s přesností 0,5S a 0,2S měřící soupravy, která je umístěná v rozvodně HTS - 1 22 kV ve skříní USM.

10.2.6.5. Ochrana proti přepětí

V přívodní skříní č. 1 a č. 2 RVN 22 kV jsou umístěné svodiče přepětí typu MWK 24/10.

10.2.6.6. Způsob kompenzace účinníku

Centrální kompenzace účinníku je provedena v rozvodně HTS - 1 na odběr Letiště Mošnov v rozvaděči RVN - 6 kV pomocí kompenzačních kondenzátorových rozvaděčů o výkonu 2 x 2100 kVar se samočinnými rychlými regulátory a logickým členem, který udržuje $\cos \varphi = 0,95 - 0,99$. Impulzy pro logický člen a regulátory jalového výkonu jsou odebírány ze skříně měření USM. V jednotlivých objektech napájených z rozvodny HTS - 2 - 22 kV je provedena kompenzace účinníku v rozvodnách těchto objektů na straně nn.

10.2.6.7. Zkratové údaje

Typ rozvaděče	SM6, jeden systém přípojníc (Schneider-Electric)
Jmenovité napětí	24 kV
Provozní napětí	22 kV
Jmenovitý proud přípojníc	630 A
Krátkodobý proud	16 kA / 1 s
Dynamický proud	40 kA max
Vnitřní zkratová odolnost	12,5 kA / 1 s IAC A-FL
Ztráta nepřeruš. provozu	LSC2A

Tab. 3. Zkratové údaje rozvaděče

11. Energetický monitorovací a regulační systém AISYS

11.1. O systému

Jedná se o software od zlínské firmy AISE, která systém dlouhodobě vyvíjí. Hlavní úlohou systému je automatizace podnikové energetiky a jejích technologických prvků. Efektivní řízení podnikové energetiky umožňuje mít bezprostřední přehled o monitorovaných veličinách. Velkou výhodou je získávání informací v reálném čase. Díky použití softwaru AISYS lze dosáhnout významných energetických úspor. Jednoduché uživatelské prostředí, které má stavebnicovou strukturu, prostřednictvím které se dají do globálního systému implementovat lokální systémy.

Energetický systém AISYS umožňuje měření a regulaci všech druhů energetických a technologických veličin jako jsou: elektrická energie, tepelná energie, zemní plyn, vodní hospodářství, tlakový vzduch a technické plyny, odpadní vody...

Prostřednictvím systému je možné řídit kotelny, výměňkové stanice, kompresorovny, vzduchotechnické a chladírenské jednotky, ovládat rozvodny vn a nn, čerpací stanice odpadních vod. AISYS zajišťuje měření dat, jejich periodický sběr, lokální regulaci a řízení, lokální archivaci v procesních stanicích pro všechny měřené a regulované veličiny, monitorování a archivování údajů v parametrech odběru všech forem energie, dálkové ovládání, globální regulaci a řízení, průmyslové propojení procesních a datových stanic a počítačovou vizualizaci dat, přesně dle požadavků objednatele. V neposlední řadě AISYS vyhodnocuje a zpracovává data (spotřeby, statistické přehledy, prognózy, grafy, energetická náročnost na jednotku výroby, bilance, fakturace).

Systém lze jednoduše rozšiřovat. Jednak je možné aplikovat měření a regulaci dalších energetických a technologických veličin, jednak je možné systém rozšířit o nadstavbu rozšiřující zpracování dat AISYS Fakturace. Modul AISYS FAKTURACE slouží k vytváření příloh k fakturám, případně faktur, které zachycují množství odebrané energie (médií). AISYS FAKTURACE lze využít i pro vnitropodnikové rozúčtování na jednotlivá střediska. Je přizpůsobena pro automatické načítání dat z libovolného měřicího a regulačního systému nebo ruční odečítání měřidel. AISYS FAKTURACE je koncipována jako stavebnice s možností implementace jen těch energetických médií (modulů), jež jsou v daném podniku využívána. Spolupracuje s podnikovými informačními systémy SAP, PROFIS, ASTRA. V případě požadavku lze naměřená data převést do formátu potřebného pro přenos na operátora trhu [2].

12. Závěr

Velice si vážím, že jsem mohl praxi absolvovat ve firmě Letiště Ostrava, a.s. Díky této praxi jsem získal spoustu zkušeností, které budu k dalšímu studiu potřebovat. Vyzkoušel jsem si v praxi různé principy a pracovní postupy, které jsem znal pouze teoreticky. Získal jsem praktický přehled, který je nezbytný k pochopení dané problematiky.

Jsem rád, že v době mé přítomnosti se na letišti prováděla výměna dohledností a já mohl být nápomocen přímo v terénu. Poté mi byly poskytnuty materiály k projektu, abych mohl pečlivě nastudovat detaily stavby. Taktéž velice pozitivně hodnotím, že jsem měl možnost pracovat v nově zrekonstruovaných transformačních stanicích, ke kterým jsem dostal technickou dokumentaci, abych mohl ještě více proniknout do této problematiky.

Závěrem bych chtěl dodat, že poznatky a dovednosti, které jsem nabral si vážím. Bakalářskou práci jsem díky technickým dokumentacím měl možnost doplnit o zajímavé údaje. Tento způsob zpracování bakalářské práce se mi velmi líbil a mnohé mě naučil.

13. Použité zdroje

- [1] *Vaisala* [online]. [cit. 2014-03-23]. Dostupné z: <http://www.vaisala.com/>
- [2] *AISE* [online]. [cit. 2014-03-23]. Dostupné z: <http://www.aisezlin.cz/>
- [3] *Letiště Ostrava a.s.* [online]. [cit. 2014-03-23]. Dostupné z: <http://www.airport-ostrava.cz/cz/>
- [4] Technická dokumentace k HTS 1
- [5] Technická dokumentace k HTS 2
- [6] Technická dokumentace k výměně dráhové dohlednosti LT31
- [7] *Autocad* [online]. [cit. 2014-03-23]. Dostupné z: <http://www.autodesk.cz/>
- [8] *Dráhová dohlednost*. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2014-03-28].
Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Dráhová_dohlednost
- [9] Dokumentace zemního spojení v izolované síti

14. Přílohy

Seznam příloh:

Příloha A – ukázka upevnění zařízení pro dráhovou dohlednost.....	1
Příloha B – ukázka betonových prefabrikátů	1
Příloha C – přehledové schéma řazení z programu AISYS	2
Příloha D – ukázka činnosti FVE I, II v programu AISYS.....	3
Příloha E – graf celkového odběru Letiště Ostrava, a.s.	4



Příloha A



Příloha B





